



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 41 40 533 A 1

51 Int. Cl.⁵:
F 16 N 27/00
B 06 B 1/06

21 Aktenzeichen: P 41 40 533.1
22 Anmeldetag: 9. 12. 91
43 Offenlegungstag: 17. 6. 93

DE 41 40 533 A 1

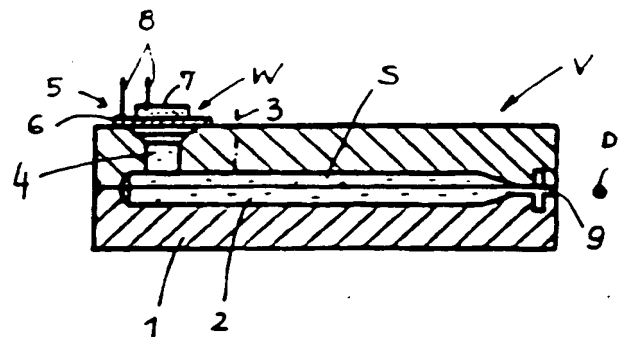
71 Anmelder:
Joseph Vögele AG, 6800 Mannheim, DE

74 Vertreter:
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.;
Klitzsch, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

72 Erfinder:
Saam, Werner, Dipl.-Ing. (FH), 6839
Oberhausen-Rheinhausen, DE

54 Verfahren und Vorrichtung zum Mikrodosieren von Schmierstoff

57 Verfahren und Vorrichtung zum Mikrodosieren von Schmierstoff, insbesondere Schmieröl, bei dem aus einer größeren Schmierstoffmenge kleinste Dosen dadurch ausgesondert und ausgestoßen werden, daß in der großen Schmierstoffmenge mittels wenigstens eines piezoelektrischen Wandlers auf elektromechanischem Weg fortgesetzt Druckvariationen erzeugt werden. Dies erfolgt in einer Auslaßdüse (9) aufweisenden Schmierstoffkammer (2), in der wenigstens ein als piezokeramisches Antriebselement ausgebildeter elektromechanischer Wandler (W) angeordnet ist, der intermittierend mit einer Spannungsquelle verbindbar ist, so daß mittels des sich bei Spannungsänderungen verformenden Wandlers (W) kleinste Dosen (D) durch die Auslaßdüse (9) ausstoßbar sind.



DE 41 40 533 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Mikrodosieren von Schmierstoff sowie eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens.

Bei der klassischen, seit Jahrzehnten praktizierten Verbrauchsschmierung von Schmierstellen, z. B. in Einleitungs-Schmiersystemen, werden aus einer größeren Schmierstoff-Menge kleine Dosen abgesondert und den Schmierstellen zugeführt. In Einleitungs-Schmiersystemen wird der Schmierstoff mittels einer Pumpe mit wechselndem Druck einer Hauptleitung aufgegeben, die sich durch die eine Vielzahl von Schmierstellen aufweisende Maschine erstreckt. An die Hauptleitung angeschlossene Dosierelemente sondern kleine Dosen des Schmierstoffs für die Schmierstellen ab. Eine Mikrodosierung, bei der jeder Schmierstelle nur genau so viel Schmierstoff zugeteilt wird, wie gebraucht ist, ließ sich damit nicht erreichen. Es wurde stets mehr als nötig geschmiert; der überschüssige Schmierstoff verschmutzte zumindest teilweise die Umwelt. Mit Bestrebungen, biologisch abbaubare Schmierstoffe, z. B. Rapsöl, zu benutzen, läßt sich die Umweltverschmutzung nur theoretisch reduzieren, weil solche biologisch abbaubaren oder unbedenklichen Schmierstoffe mit Additiven aufgewertet werden mußten, die ihrerseits hinsichtlich der Umweltverschmutzung kritisch sind. Die technische Entwicklung strebte mit steigendem Umweltbewußtsein die sogenannte Mangel- oder Hungerschmierung an, bei der jede Schmierstelle nur gerade die nötige Schmierstoffdosis erhält. Mit den bislang bekannten Einrichtungen zum Absondern und Zuteilen der kleinen Schmierstoffdosen ließ sich dieses Ziel in der Praxis nicht zufriedenstellend erreichen. Deshalb wurden die zugeordneten kleinen Dosen für jede Schmierstelle durch Druckluft zerstäubt und in Form eines Ölnebels eingesetzt. Damit wurde allerdings die Umweltbelastung aber eher erhöht. Auch zu Wendeln geformte Kunststoffrohre, in denen jeweils eine kleine zugeordnete Dosis mittels Druckluft zu einer mikroskopisch feinen Schliere gestreckt wird, erzeugen umweltbelastende Schmierstoffnebel.

Da die Schmierstoffe in ihrer Wirksamkeit, Einsatzbreite, Standzeit, Zuverlässigkeit und ähnlichen Eigenschaften genauso sprunghaft weiterentwickelt wurden wie die Schmierstellen unter Benutzung moderner Konstruktionen, Werkstoffe und Bearbeitungsverfahren, entstand zunehmender Bedarf, die althergebrachten und umweltbelastenden Schmiersysteme durch ein neues, den modernen Schmieranforderungen besser angepaßtes Schmiersystem zu ersetzen, das eine echte Mangel- oder Hungerschmierung ermöglicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art sowie eine Vorrichtung zu dessen Durchführung zu schaffen, mit denen schmierstoffspezifische Anforderungen moderner Maschinen- und Konstruktionslösungen auf universelle und vor allem umweltschonende Weise erfüllbar sind, und auf denen die genau gesteuerte Abgabe kleinster Schmierstoff-Dosen für eine Mangel- oder Hungerschmierung möglich ist.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß dem kennzeichnenden Teil von Anspruch 1 gelöst, das bevorzugt in einer Vorrichtung gemäß Anspruch 2 durchführbar ist.

Das Ausstoßen kleinster Schmierstoffdosen, hauptsächlich bei Schmieröl, aber auch bei modernen Schmierfetten, aus einer größeren Schmierstoffmenge

mittels eines piezoelektrischen Wandlers ergibt einen instationären Strömungsvorgang. Es formt sich ein kurzer Flüssigkeitsstrahl, der sich von der Öffnung der Auslaßdüse abtrennt und unter dem Einfluß der Oberflächenspannung im Idealfall zu einem Tröpfchen oder Tropfen zusammenzieht. Es kann auch ein kurzer Schmierstoffstrang austreten, bei dem die Kräfte der Oberflächenspannung nicht ausreichen, den Zerfall unter den Massenkräften zu verhindern. Der Strang zerfällt sich in mehrere Stücke, aus denen sich wiederum einzelne Tröpfchen bilden. Es wird überschüssiger Schmierstoffnebel vermieden, weil die kleinsten Tröpfchen gezielt in die Schmierstelle bringbar sind. Die genau bemessenen und exakt an den Schmierbedarf anpaßbaren Mikrodosen decken den Bedarf der Schmierstelle, ohne die Umwelt spürbar zu belasten, da sich kein spürbarer Überschuß ergibt. Der piezoelektrische Wandler verformt sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung. Diese Verformung wird genutzt, Schmierstoff zu verdrängen und eine Mikrodosis durch die Auslaßdüse abzusondern. Das Ausmaß der Verformung des piezoelektrischen Wandlers sowie die Frequenz seiner Verformungsvorgänge und auch die Länge der Pausen zwischen den Verformungen bzw. der Verformungen lassen sich präzise und reproduzierbar steuern. Auf diese Weise läßt sich eine Schmierstelle jederzeit bedarfsabhängig und genau versorgen, so daß es weder zu einer Unter- noch einer Überversorgung kommt. Den eine exakte Versorgung erfordernden konstruktiven, lastabhängigen, temperaturabhängigen oder viskositätsabhängigen Bedürfnissen der Schmierstelle und der Leistungsfähigkeit des Schmierstoffs kann auf diese Weise außerordentlich genau Rechnung getragen werden. Da sich an dem piezoelektrischen Wandlerelement kaum Verschleiß oder Ermüdung zeigen, und weil praktisch keine relativ zueinander beweglichen Komponenten benötigt werden, arbeitet die Vorrichtung über lange Standzeiten zuverlässig und mit gleichbleibender Dosierung des Schmierstoffs. Die Vorrichtung läßt sich nahe an die Schmierstelle setzen, so daß die Mikrodosen die Schmierstellen rasch und störungsfrei versorgen. Für Schmierstoffe, insbesondere Schmieröl, wurden hingegen wegen der Zähflüssigkeit und der extremen Kriechneigung und wegen der niedrigen Zuteilfrequenz piezoelektrische Wandler nicht benutzt. Erst moderne Werkstoffe und Konstruktionsprinzipien sowie die in ihrer Leistungsfähigkeit immens weiterentwickelten Schmierstoffe sowie die drastisch gestiegenen allgemeinen Umweltschäden schafften den Bedarf für kleinste Schmierstoffdosen, wie sie auf herkömmliche Weise nicht zu erzeugen sind. Mit dem Einsatz piezoelektrischer Wandler als Antriebselemente zum Mikrodosieren des Schmierstoffs lassen sich unerwartet kleinste Schmieröltropfen bzw. Schmieröl-Volumenströme in Schmierstellen bringen, wie sie der Verbrauchsschmierung und in klassischen Einleitungsschmiersystemen weder gebraucht noch erzeugbar waren.

An sich ist es bekannt, piezoelektrische Wandler in Tintenstrahl-Druckvorrichtungen (US-PS 47 37 802 und DE-OS 29 05 063) einzusetzen. Auch in der Medizintechnik kennt man schon Anwendungen. Jedoch sind die dabei verarbeiteten Flüssigkeiten dünnflüssig und nicht klebrig und kommt es bei den Tintenstrahl Druckern primär auf eine hohe Tröpfchenfrequenz und eine große Zielgenauigkeit an.

Gemäß Anspruch 3 wird der piezoelektrische Effekt zum Absondern von Mikrodosen des Schmierstoffs genutzt, der auf einer Deformation der Kristalle beim An-

legen eines elektrischen Feldes in Richtung der elektrischen Achse auftritt. Piezokeramische Körper besitzen aufgrund ihrer hohen Dielektrizitätskonstanten eine niedrige elektrische Impedanz, die nur eine zweckmäßig geringe Betriebsspannung erfordert. Ein piezokeramischer Körper besitzt permanente Dipole, die innerhalb einzelner Domänen alle die gleiche Richtung haben. Die Keramik selbst bleibt nach außen neutral, da die Polarisationsrichtungen der einzelnen Domänen statistisch verteilt sind und sich gegenseitig aufheben. Wird ein elektrisches Feld einer bestimmten Stärke angelegt, so werden bevorzugt Domänen gebildet, deren Polarisationsrichtung parallel zum angelegten elektrischen Feld ist. Der Zustand bleibt auch nach Abschalten des Feldes als sogenannte remanente Polarisation erhalten.

Bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 4 wölbt sich der plättchenförmige Wandler beim Anlegen einer elektrischen Spannung, so daß eine vorbestimmte Dosis des Schmierstoffs verdrängt wird. Bei einem rohrförmigen Wandler verändert sich der Durchmesser des Röhrchens, um die gewünschte Dosis abzusondern und auszustößen.

Zweckmäßig ist ferner die Ausführungsform gemäß Anspruch 5. Die Wölbung des piezokeramischen Körpers wird auf die Membrane und von dieser auf den Schmierstoff übertragen.

Eine unmittelbare Beaufschlagung des Schmierstoffs ergibt sich bei der Ausführungsform von Anspruch 6, wobei der verdrängte Schmierstoff zumindest zu einem vorherbestimmbaren Teil an der Auslaßdüse gezwungen wird.

Bei der alternativen Ausführungsform gemäß Anspruch 7 kommt der Schmierstoff nicht direkt in Kontakt mit dem elektromechanischen Wandler. Allerdings muß dessen Leistungsfähigkeit so bemessen sein, daß er den Wandungsteil der Kammer verformen kann, um die Schmierstoffdosen abzusondern und auszustößen.

Bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 8 werden beim Anlegen des elektrischen Feldes die Kristalle deformiert, und zwar in Richtung der elektrischen Achse.

Alternativ wird bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 9 derselbe Effekt zum Dosieren und Ausstoßen genutzt, wobei diese Keramikmasse aufgrund ihrer hohen Dielektrizitätskonstanten geringere Betriebsspannungen benötigt. Günstig ist, daß piezokeramische Massen in beliebige Formen bringbar sind, wie sie zur an sich schwierigen Mikrodosierung von Schmierstoffen gebraucht werden.

Bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 10 wölbt sich der Wandler in den Seitenkanal und verdrängt den Schmierstoff durch die Auslaßdüse nach dem Ölkännchenprinzip. Nach dem Abschalten der elektrischen Spannung geht der Wandler in seine Ausgangslage zurück, so daß Schmierstoff nachgesaugt werden kann.

Bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 11 wird bei jeder Verformung des Wandlers ggfs. auch ein Teil des verdrängten Schmierstoffs in den Zulauf zurückgedrückt.

Trotzdem wird eine vorbestimmte Dosis abgesondert und ausgestoßen. Da der Wandler eine Längswand der Kammer bildet, reicht eine relativ geringfügige Deformation. Bei beiden Ausführungsformen (Anspruch 11 und 10) ist zweckmäßigerweise der Wandler ein bilaminare Plättchen, das sehr leistungsfähig ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 12 ergibt sich eine Schmierstoffkammer bzw. ein Schmierstoffkanal ohne wegen möglichen Lufteinschlüssen störende Stufen oder Hindernisse. Der rohrförmige Wandler um-

faßt die Schmierstoffkammer konzentrisch und verändert seinen Durchmesser unter der Spannungsbeaufschlagung.

Besonders zweckmäßig ist die Ausführungsform gemäß Anspruch 13, weil der Wandler kostengünstig und dauerhaft haltbar herstellbar ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 14 steht der Schmierstoff entweder direkt mit dem Rohr in Kontakt oder er wird durch den Kunststoff abgeschirmt. Der Kunststoff kann auch als Hinterfütterung des Rohres dienen, das dann den Schmierstoff direkt beaufschlägt und sich so leichter verformen kann.

Eine baulich einfache Ausführungsform geht aus Anspruch 15 hervor. Das Wandlerelement ist in diesem Fall nicht in direktem Kontakt mit dem Schmierstoff, sondern muß das Glasrohr verformen, das den Schmierstoff verdrängt.

Die Ausführungsformen gemäß Anspruch 16 sind zweckmäßig, weil auf diese Weise eine rasche permanente Ergänzung der in der Kammer vorhandenen Schmierstoffmenge erfolgt.

Das Arbeiten des piezoelektrischen Wandlers kann bei der Ausführungsform gemäß Anspruch 17 durch den geringen Überdruck des Schmierstoffs in der Kammer unterstützt sein.

Es kann gemäß Anspruch 18 auch zweckmäßig sein, den Schmierstoff, d. h. Schmieröl, im wesentlichen der Kammer zuzuführen und die Mikrodosierung dem piezoelektrischen Wandler zu überlassen. Wichtig ist es in jedem Fall, Lufteinschlüssen zu vermeiden.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Schnitt einer ersten Ausführungsform,

Fig. 2 einen Schnitt einer weiteren Ausführungsform, und

Fig. 3 einen Schnitt einer dritten Ausführungsform.

Eine Vorrichtung V zum Absondern und Ausstoßen kleinster Schmierstoffdosen D, hauptsächlich Schmieröldosen, weist gemäß Fig. 1 einen Grundkörper 1 auf, der eine langgestreckte Kammer 2 begrenzt, die rechts in einer Auslaßdüse 9 ausläuft. Die Vorrichtung V kann insgesamt als sogenannte Unterdruckdüse bezeichnet werden. Der Grundkörper 1 ist zweiteilig. Ein Zulauf 3 kann zwischen einem Seitenkanal 4 und der Auslaßdüse 9 in die Kammer 2 münden. Es ist denkbar, den Zulauf von rückwärts, von der Seite oder an einer anderen Stelle der Kammer 2 anzuordnen, gegebenenfalls auch an der der Auslaßdüse 9 abgewandten Seite des Seitenkanals 4. Im Seitenkanal 4 ist ein als piezokeramisches Antriebselement ausgebildeter elektromechanischer Wandler W angeordnet, der bei dieser Ausführungsform ein bilaminare Plättchen 5 ist. Das bilaminare Plättchen 5 besteht aus einer dünnen Metallmembran 6, auf der ein piezoelektrischer oder piezokeramischer Körper 7, vorzugsweise in Plättchenform, befestigt ist. Über Anschlüsse 8 ist der Wandler an eine nicht dargestellte Spannungsquelle angeschlossen oder anschließbar. Die Kammer 2 ist luftfrei mit einer Schmierölmenge S gefüllt, aus der mittels des Wandlers W kleinste Dosen D abgesondert und durch die Auslaßdüse 9 ausgestoßen werden. Beim Anlegen einer elektrischen Spannung an den Wandler W wölbt sich das bilaminare Plättchen 5, z. B. nach innen, und verdrängt nach dem Ölkännchenprinzip Schmieröl. Die Dosis wird abgesondert und als Tröpfchen oder kurzer Strang durch die Auslaßdüse 9 ausgestoßen. Nach dem Abschalten der elektrischen Spannung verformt sich das bilaminare Plättchen 5 in seine Ausgangslage. Dabei wird Schmieröl über den Zu-

lauf 3 nachgesaugt. Es ist auch denkbar, das Plättchen 5 unter Spannung nach außen zu wölben, und die Verformung zum Mikrodosieren zu nutzen.

Bei der Ausführungsform von Fig. 2 ist die Kammer 2 wannen- oder laibförmig. Der Zulauf 3 mündet an der Seite, die der Auslaßdüse 9 gegenüberliegt. Eine Seitenwand der Kammer 2 wird durch das in dem Grundkörper 1 eingesetzte bilaminare Plättchen 5 gebildet, das den elektromechanischen Wandler W darstellt und aus einer Metallmembrane 6 und einem darauf befestigten piezoelektrischen oder piezokeramischen Körper 7 besteht. Um einen direkten Kontakt zwischen der Membrane 6 und dem Schmieröl zu vermeiden, könnte an der Unterseite der Membrane 6 eine Abdeckung vorgesehen sein.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist die Kammer 2 im Grundkörper 1 als rohrförmiger Kanal ausgebildet, der sich zur Auslaßdüse 9 hin verjüngt und den Zulauf 3 am rückwärtigen Ende aufweist. Der elektromechanische Wandler W hat die Form eines Rohrschnitts, der in die Wandung der Kammer 2 eingesetzt ist und das Schmieröl direkt berührt oder durch eine Einbettung 12 aus Kunststoff abgedeckt wird. Der Wandler W besteht beispielsweise aus einem piezokeramischen Röhrchen 10, dessen Mantelflächen 11 metallisiert sind und als Elektroden dienen. Mittels eines elektrischen Spannungssignals wird der Durchmesser des Röhrchens 10 verändert.

Das Rohr 10 könnte auch in Kunststoff eingebettet sein, der als Hinterfütterung die Deformation des Röhrchens zuläßt.

Denkbar ist es ferner, die Kammer 2 durch ein dünnwandiges Glasrohr zu begrenzen, auf das ein piezokeramisches Röhrchen aufgesteckt und verklebt ist. Das Wandlerelement ist in diesem Fall nicht in direktem Kontakt mit dem Schmieröl. Das Glasrohr muß bei jeder Bewegung des Wandlerelements verformt werden, um eine kleinste Dosis D auszustößen. Die Betriebsspannung des Wandlers muß wegen des Verformungswiderstandes des Glasrohres höher sein.

Die Frequenz der Spannungsbeaufschlagung wird beispielsweise bei rohrförmigem Wandler so eingestellt, daß der Betrieb nicht im Resonanzbereich abläuft. Wird hingegen ein bilaminare Plättchen 5 gemäß den Fig. 1 und 2 verwendet, dann sinkt dessen Eigenfrequenz aufgrund der Anwesenheit des Schmieröls auf beispielsweise 5 kHz, so daß der Betrieb im Resonanzbereich erfolgt. Steile und kurze Druckimpulse, wie sie für eine kontrollierte Mikrodosierung zweckmäßig sind, lassen sich einfacher mit rohrförmigen Wandlerelementen erzeugen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Mikrodosieren von Schmierstoff, insbesondere Schmieröl, bei dem aus einer größeren Schmierstoffmenge Mikrodosen abgesondert und ausgestoßen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der großen Schmierstoff-Menge zum Absondern und zum Ausstoßen der Mikrodosen elektromechanisch fortgesetzt Druckvariationen mittels wenigstens eines piezoelektrischen Wandlers erzeugt werden.
2. Vorrichtung zum Mikrodosieren von Schmierstoff, insbesondere Schmieröl, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer größeren Schmierstoffmenge (S) enthaltenden, einen Auslaß aufweisenden Schmierstoff-Kammer (2) wenigstens ein als

piezokeramisches Antriebselement ausgebildeter elektromechanischer Wandler (W) angeordnet ist, daß der Wandler (W) intermittierend mit einer Spannungsquelle verbindbar ist, und daß mittels des sich bei Spannungsänderungen verformenden Wandlers (W) Mikrodosen (D) des Schmierstoffs durch den Auslaß ausstoßbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler (W) einen piezokeramischen Körper (7) aufweist.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (W) plättchen- oder rohrförmig ist.

5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (W) ein bilaminare Plättchen (5) aus einer Membrane (6), vorzugsweise einer Metallmembrane, und einem darauf angeordneten piezokeramischen Körper (7) ist.

6. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (W) zumindest einen Teil der Begrenzungswand der Kammer (2) bildet.

7. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Wandler (W) in der oder auf der Begrenzungswand der Kammer (2) angeordnet ist, und daß zwischen dem Wandler (W) und der Schmierstoffmenge (S) in der Kammer (2) ein verformbarer Wandungsteil (12) vorgesehen ist.

8. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der piezokeramische Körper (7) des Wandlers (W) aus monokristallinem Quarz, aus Turmalin oder dgl. besteht.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der piezokeramische Körper (7) des Wandlers (W) aus polykristallinem Bariumtitanat oder Blei-Zirkonat-Titanat besteht.

10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (2) als langgestrecktes, sich zum als Auslaßdüse (9) ausgebildeten Auslaß verjüngendes Rohr ausgebildet ist, und daß der Wandler (W) in einem rückwärtigen Seitenkanal (4) der Kammer (2) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer langgestreckt ausgebildet und zwischen einem rückwärtigen Zulauf (3) und der vorliegenden, als Auslaßdüse (9) ausgebildeten Auslaß angeordnet ist, und daß der Wandler (W) eine Längswand der Kammer bildet.

12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (2) zwischen einem rückwärtigen Zulauf (3) und der vorliegenden als Auslaßdüse (9) ausgebildeten Auslaß als rohrförmiger Kanal ausgebildet ist, und daß sich der rohrförmige Wandler (W, 10, 11) über einen vorbestimmten Axialabschnitt der Kanalwand erstreckt.

13. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der rohrförmige Wandler (W) ein piezokeramisches Rohr (10) mit metallisierten, als Elektroden ausgebildeten Mantelflächen (11) ist.

14. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (10) in verformbarem Kunststoff (12) ein-

gebettet ist, der die Kanalwand bildet.

15. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der rohrförmige Wandler (W) außen auf ein dünnwandiges, verformbares Glasrohr aufgesteckt und festgeklebt ist, das die Kanalwand bildet. 5

16. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 2 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmierstoff-Zulauf (3) zur Kammer (2) zwischen dem Wandler (W) und dem Auslaß oder dem Auslaß abgewandt vor dem Wandler (W) angeordnet ist. 10

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schmierstoffmenge (S) in der Kammer (2) unter geringfügig höherem Druck als Atmosphärendruck steht. 15

18. Vorrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmierstoff der Kammer (2) im wesentlichen drucklos zuführbar ist. 20

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

